

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2025 年 2 月 20 日 (20.02.2025)



(10) 国际公布号
WO 2025/035640 A1

(51) 国际专利分类号:

H01M 4/134 (2010.01) **H01M 4/1395** (2010.01)
H01M 4/66 (2006.01) **H01M 50/536** (2021.01)
H01M 50/533 (2021.01) **H01M 10/058** (2010.01)
H01M 50/534 (2021.01) **H01M 10/052** (2010.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2023/133641

(22) 国际申请日: 2023 年 11 月 23 日 (23.11.2023)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:

202311016323.5 2023年8月14日 (14.08.2023) CN

(71) 申请人: 天津中能锂业有限公司(CHINA ENERGY LITHIUM CO., LTD.) [CN/CN]; 中国天津市南开区天津经济技术开发区西区新业九街 100 号, Tianjin 300457 (CN)。

(72) 发明人: 郝庆娜(HUAN, Qingna); 中国天津市南开区天津经济技术开发区西区新业九街 100 号, Tianjin 300457 (CN)。孙兆勇(SUN, Zhaoyong); 中国天津市南开区天津经济技术开发区西区新业九街 100 号, Tianjin 300457 (CN)。孔德钰(KONG, Deyu); 中国天津市南开区天津经济技术开发区西区新业九街 100 号, Tianjin 300457 (CN)。贾海涛(JIA, Haitao); 中国天津市南开区天津经济技术开发区西区新业九街 100 号, Tianjin 300457 (CN)。陈强(CHEN, Qiang); 中国天津市南开区天津经济技术开发区西区新业九街 100 号, Tianjin 300457 (CN)。牟瀚波(MU, Hanbo); 中国天津市南开区天津经济技术开发区西区新业九街 100 号, Tianjin 300457 (CN)。

(74) 代理人: 北京市创世宏景专利商标代理有限公司(BEIJING NEW VISION PATENT & TRADEMARK AGENT LTD.); 中国北京市丰台区南四环西路 186 号四区 4 号楼 9 层 13 室, Beijing 100070 (CN)。

(81) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

(54) Title: LITHIUM BATTERY NEGATIVE ELECTRODE, MANUFACTURING METHOD THEREFOR AND USE THEREOF

(54) 发明名称: 一种锂电池负极及其制备方法和应用

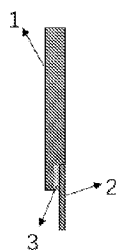


图 3

(57) Abstract: A lithium battery negative electrode, a manufacturing method therefor and the use thereof. The lithium battery negative electrode consists of a strip-shaped lithium strip or lithium alloy strip and a current collection part combined with at least one side edge of the strip-shaped lithium strip or lithium alloy strip, wherein the at least one side edge of the lithium strip or lithium alloy strip is provided with a pretreatment area, and the current collection part comprises an area having a stress buffer layer, the pretreatment area and the area having a stress buffer layer being mutually clad with each other.

(57) 摘要: 一种锂电池负极及其制备方法和应用, 所述锂电池负极由长条状的锂带或锂合金带和结合于所述长条状的锂带或锂合金带的至少一侧边缘上的集流汇集部组成, 其中所述锂带或锂合金带的至少一侧边缘具有预处理区域, 所述集流汇集部包含具有应力缓冲层的区域, 所述预处理区域和所述具有应力缓冲层的区域彼此覆合在一起。

WO 2025/035640 A1

一种锂电池负极及其制备方法和应用

技术领域

本发明涉及电化学储能技术领域，特别涉及用于金属锂电池的锂负极及其制备方法
5 和应用。

背景技术

随着社会对锂离子电池的能量密度要求越来越高。首先要采用更高比容量的负极材料，金属锂由于3860 mAh/g的容量和-3.04V的低电位，认为是最优的负极材料。目前很多
10 多电池厂家采用纯金属锂带做负极直接使用，金属锂厚度为50-80um，金属锂本身很软，厚度小于100um时成卷机械化生产难度很大，金属锂带材成卷引出极耳的难度更大。CN209641727专利公开了将金属锂先模切成一片一片的负极片，之后采用0.3~0.5MPa压强的力将铜极耳贴合到单片的极片上引出极耳，采用此种工艺引出极耳费时费力，无法大规模生产应用。另很多科研院采用锂铜覆合带做负极使用，由于铜的
15 密度是8.96g/cm³，是金属锂密度的16倍，6um铜箔相当于100um厚的锂，采用整面铜箔覆合金属锂的产品比能量有限，因此现有的负极仍不能满足高比能电池的要求。

发明内容

本发明提出了一种新型的金属锂负极，此款锂负极中极耳与锂带的结合区域很窄，
20 所占比重很小，使得电池的比能量得到很大提升，并且引出极耳方式比较方便，可以成卷大规模批量化生产使用。

目前锂铜覆合的工艺大多数采用压力覆合工艺。本申请的发明人发现，当仅在锂带边缘覆合铜箔作为极耳时，因铜和锂覆合区域很窄（3-10mm），作用力只作用到很窄的覆合区域，覆合时压力小，锂和铜附着不好，锂很容易从铜上剥离下来，集流效果差；
25 而覆合时压力大，覆合区域的锂材料会相应延展，但是其它未覆合区域的锂材料未受力不会延展，金属锂负极产品成卷生产过程中，覆合区域的锂和未覆合区域的锂因在长度上不一致（这种不一致随着长度的增加更明显），造成未覆合区域的锂出现拉伸变形的现象。

针对上述问题，发明人设计了应力缓冲层，该应力缓冲层设置在极耳要与锂带结合
30 的区域中，由凸起的不连续金属颗粒构成，这些凸起颗粒在极耳与锂带覆合时在外力作

用下可以延展变形（凸起颗粒的高度变小），从而使覆合时产生的应力能够被缓冲释放，减小或避免覆合区域的锂材料在应力作用下的延展。另外，还可以对锂带要与极耳结合的区域进行预处理，形成厚度消薄的预处理区域，该预处理区域具有新的金属锂表面（原先锂表面上有钝化层，不利于锂和铜覆合到一起），有利于应力缓冲层和锂带更

5 好的覆合到一起，同时，应力缓冲层中的凸起颗粒在变形后也可以填补消薄区域，得到表面平整的自带极耳的金属锂负极。

本发明的技术方案如下。

本发明的一个方面提供一种锂电池负极，所述锂电池负极由长条状的锂带或锂合金带和结合于所述长条状的锂带或锂合金带的至少一侧边缘上的集流汇集部组成，其中所

10 述锂带或锂合金带的至少一侧边缘具有预处理区域，所述集流汇集部包含具有应力缓冲层的区域，所述预处理区域和所述具有应力缓冲层的区域彼此覆合在一起。

根据一个实施方式，所述集流汇集部还包括未与所述预处理区域覆合的、延伸超过锂带或锂合金带宽度的部分，该部分模切成极耳。

根据一个实施方式，金属锂带或锂合金带厚度为0.01-0.15mm，宽度为10-

15 1500mm。优选地，金属锂带或锂合金带厚度为0.01-0.10mm，更优选0.010-0.05mm；金属锂带或锂合金带的宽度为20-1500mm，更优选50-1500mm，例如150-1500mm，200-1500mm，250-1500mm，300-1500mm，350-1500mm，400-1500mm，450-1500mm，或者500-1500mm。

根据一个实施方式，预处理区域的宽度为2-10mm，预处理区域的厚度比其他处的

20 厚度薄0.1-5um，优选1-5um；预处理方式包括擦除、辊除、胶粘。

根据一个实施方式，锂合金包括二元合金和/或多元合金，优选为二元合金和/或三元合金。

根据一个实施方式，锂合金由金属锂与Ag、Au、Sn、Si、Zn、Al、Mg、In、Ga、B、Mn、Sb、Cr、V、Cu、Fe或Ti中的任意一种或至少两种元素组合形成，锂合金中金

25 属锂所占质量比例可以为50%以上，优选70%以上，更优选80%以上，甚至90%以上。

根据一个实施方式，集流汇集部由金属箔材制成，所述金属箔材选自铜箔、镍箔、不锈钢箔或复合金属集流体；箔材厚度为3-10um，优选3-8um。

根据一个实施方式，集流汇集部的宽度为12-30mm；应力缓冲层的宽度为2-10mm。

根据一个实施方式，应力缓冲层包含不连续的凸起金属颗粒，金属颗粒通过气相沉积形成，金属颗粒的粒径大小为 1-7 μm ，优选 1-5 μm 。金属颗粒的凸起高度为 1-5 μm ；金属颗粒在应力缓冲层的面积占比为 1: 3 至 9: 10。

5 根据一个实施方式，金属颗粒包括锡颗粒、锌颗粒、镁颗粒、铝颗粒、银颗粒以及锂颗粒中的至少一种。

根据一个实施方式，金属颗粒的种类与锂合金带中所含的合金元素相同。

根据一个实施方式，金属颗粒的种类与锂合金带中所含的合金元素不相同。

10 根据一个实施方式，预处理区域和集流汇集部的具有应力缓冲层的区域借助扩散焊、超声焊、电阻焊、压力焊工艺中的至少一种覆合到一起；覆合区域的宽度范围为 2-10mm。

根据一个实施方式，集流汇集部的应力缓冲层和锂带或锂合金带覆合的区域可以是连续的，也可以是非连续的；因原子是不断扩散的，非连续的区域后续也会扩散到均匀一致的状态。例如，集流汇集部的应力缓冲层可以分为不连续的几个部分，每个部分间隔一定距离，例如，0.1-1mm。应力缓冲层也可以具有网格形状。

15 根据一个实施方式，集流汇集部的应力缓冲层和锂带或锂合金带覆合区域的厚度等于或略大于纯锂带或锂合金带厚度。例如：锂带厚度为 50 μm ，集流汇集部的应力缓冲层和锂带覆合区域的厚度为 55 μm ；锂带厚度为 60 μm ，集流汇集部的应力缓冲层和锂带覆合区域的厚度为 60 μm ；锂镁（镁含量 10%）合金带厚度为 60 μm ，集流汇集部的应力缓冲层和锂带覆合区域的厚度为 63 μm ；锂银（银含量 1%）合金带厚度为 40 μm ，集流汇集部的应力缓冲层和锂带覆合区域的厚度为 40 μm 。

本发明的另一个方面提供一种制备上述锂电池负极的方法，包括：

步骤一：通过气相沉积工艺，在金属箔材上沉积不连续的凸起金属颗粒，得到部分区域覆有应力缓冲层的集流汇集部；

25 步骤二：通过擦除、辊除、胶粘中的至少一种，对锂带或锂合金带的至少一侧边缘区域进行预处理，形成宽度为 2-10mm 的预处理区域；

步骤三：将步骤一得到的集流汇集部的具有应力缓冲层的区域和步骤二得到的锂带或锂合金带的预处理区域借助扩散焊、超声焊、电阻焊、压力焊中的至少一种焊接到一起，使应力缓冲层的金属颗粒和锂带或锂合金带中的锂融合在一起，形成锂和金属颗粒的融合区；和

任选的步骤四：对所述集流汇集部的未与所述预处理区域覆合的、延伸超过锂带或锂合金带宽度的部分进行模切，形成极耳。

根据一个实施方式，在步骤一中，对集流汇集部的导电性的箔材先进行低温等离子除油处理；对除油后导电性箔材进行干燥处理，干燥后导电性箔材通过气相沉积工艺，
5 沉积不连续的凸起的金属锂颗粒，得到应力缓冲层，应力缓冲层的宽度为 2-10mm。

本发明的再一个方面提供上述高比能锂电池负极在锂离子电池中的应用，上述高比能金属锂负极可以用作金属锂电池的负极。

根据一个实施方式，本发明提供一种锂电池，其包含上述的锂电池负极，正极材料选自三元镍钴锰材料，三元镍钴铝材料，富锂锰基正极材料，钴酸锂，磷酸铁锂，硫正
10 极材料。

根据一个实施方式，锂电池的电解液可以选择液态电解液或者固态电解质；液态电解液选择酯类或者醚类；固态电解质可以选择氧化物固态电解液、硫化物固态电解质或者聚合物类电解质，例如PEO（已混合氧化物或者硫化物粉体）类电解质。

对于液态电池，隔膜选用PP、PE或者PP和PE三层覆合隔膜，隔膜可带陶瓷涂层。
15 电池可以组成方型、软包、圆柱型电池。

本发明具有以下优点中的至少一种：

- (1) 本发明的高比能金属锂负极可以成卷批量化生产，解决了纯锂带负极工程化引出极耳难的问题。
- (2) 本发明的高比能的金属锂负极自带极耳，可以直接模切出极耳使用，不需要
20 额外引出极耳。
- (3) 本发明的高比能金属锂负极可以直接作负极使用，因集流汇集部使用面积小，占的比重小，使用此负极配套高容量的正极材料可以制备能量密度超500wh/kg的电池。
- (4) 解决了锂和集流汇集部覆合不牢固的问题，应力缓冲层可以和锂带或锂合金
25 带接触紧密，集流效果好。

附图说明

图1为本发明的锂电池负极的平面结构的一个示意图。

图2为本发明的锂电池负极的一个截面图，图中锂和集流汇集部覆合的厚度大于锂
30 带或锂合金带厚度。

图3为本发明的锂电池负极的另一个截面图，图中锂和集流汇集部覆合的厚度等于锂带或锂合金带厚度。

图4为实施例2中应力缓冲层中锂金属颗粒的实物图。

图5为实施例5中应力缓冲层中镁金属颗粒的实物图。

5

具体实施方式

为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白，以下结合附图及实施例，对本发明进行进一步详细说明。应当理解，此处所描述的具体实施例仅用以解释本发明，并不用于限定本发明。此外，下面所描述的本发明各个实施方式中所涉及到的技术特征只要彼此之间未构成冲突就可以相互组合。

10

又及，在如下实施例之中所采用的各种产品结构参数、各种反应参与物及工艺条件均是较为典型的范例，但经过本案发明人大量试验验证，于上文所列出的其它不同结构参数、其它类型的反应参与物及其它工艺条件也均是适用的，并也均可达成本发明所声称的技术效果。

15

图1为本发明的锂电池负极的平面结构的一个示意图（俯视图），其中，锂电池负极包括锂带或锂合金带1和结合于锂带或锂合金带一侧边缘上的集流汇集部2。图2和图3显示了本发明的锂电池负极的截面图，其中，锂带或锂合金带1的预处理区域与集流汇集部2的具有应力缓冲层的区域覆合在一起形成结合部3（锂和金属颗粒的融合区）。图2中覆合区域的厚度大于锂带或锂合金带厚度，图3中覆合区域的厚度等于锂带或锂合金带厚度。

20

实施例1：

成卷铜箔（集流汇集部）厚度为5um，宽度20mm；在真空度为 10^{-3} Pa，温度为500℃条件下，在铜箔的一侧边缘区域（3mm宽度区域）表面沉积粒径2um的锂粒，锂粒面积占比为二分之一，得到应力缓冲层；

25

对成卷的锂带（50um厚，100mm宽）一侧边缘区域（3mm宽）进行擦除处理，擦除的厚度为1um；将铜箔上的应力缓冲层区域和锂带擦除区域通过压力焊（压力为50MPa，温度为40℃）的方式焊接到一起，得到锂铜覆合区域厚度为55um的锂负极。该实施例获得的锂铜复合带中，锂带表面平整。

30

实施例2：

成卷铜箔（集流汇集部）厚度为 3.5 μm ，宽度 15mm；在真空度为 10^{-3}Pa ，温度为 500 $^{\circ}\text{C}$ 条件下，在铜箔的一侧边缘区域（5mm 宽度区域）表面沉积粒径 1 μm 的锂粒，锂粒面积占比为五分之三，得到应力缓冲层；图 4 显示了该实施例中应力缓冲层中锂金属颗粒的实物图。

- 5 对成卷的锂带（60 μm 厚，200mm 宽）一侧边缘区域（5mm 宽）进行辊除处理，辊除的厚度为 4 μm ；将铜箔上的应力缓冲层区域和锂带的辊除区域通过压力焊（压力 80MPa，温度是 30 $^{\circ}\text{C}$ ）方式焊接到一起，得到锂铜覆合区域厚度为 60 μm 的锂负极。

实施例 3：

- 10 成卷铜箔（集流汇集部）厚度为 4 μm ，宽度 20mm；在真空度为 10^{-3}Pa ，温度为 500 $^{\circ}\text{C}$ 条件下，在铜箔（3mm 宽度区域）表面沉积粒径 1 μm 的锂粒，锂粒面积占比为二分之一，得到应力缓冲层；

对成卷的锂带（50 μm 厚，500mm 宽）一侧边缘区域（3mm 宽）进行擦除处理，擦除的厚度为 3 μm ；将铜箔上的应力缓冲层区域和锂带的擦除区域通过压力焊（压力 40MPa，温度是 30 $^{\circ}\text{C}$ ）的方式焊接到一起，得到锂铜覆合区域厚度为 50 μm 的锂负极。

- 15 实施例 4：

成卷不锈钢箔（集流汇集部）厚度为 10 μm ，宽度 20mm；在真空度为 10^{-5}Pa ，温度为 1000 $^{\circ}\text{C}$ 条件下，在不锈钢箔（5mm 宽度区域）表面沉积粒径 1 μm 的锡粒，锡粒面积占比为二分之一，得到应力缓冲层；

- 20 对成卷的锂锡合金带（60 μm 厚，300mm 宽，锡含量 5%）一侧边缘区域（5mm 宽）进行辊除处理，辊除的厚度为 3 μm ；将不锈钢箔上的应力缓冲层区域和锂锡合金带的辊除区域通过压力焊（压力 80MPa，温度是 40 $^{\circ}\text{C}$ ）的方式焊接到一起，得到高比能金属锂负极产品。

实施例 5：

- 25 成卷铜箔（集流汇集部）厚度为 5 μm ，宽度 20mm；在真空度为 10^{-5}Pa ，温度为 700 $^{\circ}\text{C}$ 条件下，在铜箔（3mm 宽度区域）表面沉积粒径 2 μm 的镁粒，镁粒面积占比为三分之一，得到应力缓冲层；图 5 显示了该实施例中应力缓冲层中镁金属颗粒的实物图。

- 30 对成卷的锂镁合金带（50 μm 厚，100mm 宽，镁含量 10%）一侧边缘区域（5mm 宽）进行擦除处理，擦除的厚度为 3 μm ；将铜箔上的应力缓冲层区域和锂镁合金带的擦除区域通过压力焊（压力 60MPa，温度是 30 $^{\circ}\text{C}$ ）的方式焊接到一起，得到高比能金属锂负极产品。

实施例 6：

成卷铜箔（集流汇集部）厚度为 5 μ m，宽度 20mm；在真空度为 10^{-5} Pa，温度为 700℃条件下，在铜箔（3mm 宽度区域）表面沉积粒径 2 μ m 的镁粒，镁粒面积占比为三分之一，得到应力缓冲层；

对成卷的锂带（50 μ m 厚，300mm 宽）一侧边缘区域（5mm 宽）进行擦除处理，擦除的厚度为 3 μ m；将铜箔上的应力缓冲层区域和锂带的擦除区域通过压力焊（压力 50MPa，温度是 40℃）的方式焊接到一起，得到高比能金属锂负极产品。

实施例 7：

负极使用实施例 1 的高比能金属锂负极；正极使用 NCM 三元正极，经 130℃烘干 12 小时待做电池；隔膜使用 Celgard2500，电解液采用 1M LiPF₆，EC：EMC=3:7（vol/vol）。将实施例 1 的高比能金属锂负极、NCM 三元正极和隔膜借助叠片机组装成软包电池，电芯的容量 2Ah。

测试电压范围 3-4.25V，充放电流为 0.5C。

实施例 8：

负极选用实施例 5 的高比能金属锂负极，正极使用 NCM 三元正极，经 130℃烘干 12 小时待做电池；隔膜使用 Celgard2500，电解液采用 1M LiPF₆，EC：EMC=3:7（vol/vol）。将实施例 5 的高比能金属锂负极、NCM 三元正极和隔膜借助叠片机组装成软包电池，电芯的容量 2Ah。测试电压范围 3-4.25V，充放电流为 0.5C。

对比例 1：

成卷铜箔厚度为 5 μ m，宽度 20mm；成卷的锂带（60 μ m 厚），宽度 100mm；将铜箔一侧边缘区域（3mm 宽）和锂带一侧的边缘区域（3mm 宽）辊压覆合到一起，设置压力为 70MPa，生产产品的过程中发现辊压覆合的区域和没有覆合的纯锂带区域的锂带长度不一致，覆合区域容易拉扯没有覆合的纯锂带区域锂变形，生产产品长度达到 20 米左右时，锂带拉伸变形严重，锂带表面出现很多坑坑洼洼，无法做负极使用，停止收卷。

对比例 2：

成卷铜箔（集流汇集区）厚度为 5 μ m，宽度 120mm；锂带厚度 25 μ m，锂带宽度 100mm，将锂带双面覆合到成卷的铜箔上，得到铜箔双面覆合金属锂的产品（使用整面铜箔作为集流汇集区）。

使用此款负极，正极使用 NCM 三元正极，经 130℃烘干 12 小时待做电池；隔膜使用 Celgard2500，电解液采用 1M LiPF₆，EC：EMC=3:7（vol/vol）。将负极、NCM 三元

正极和隔膜借助叠片机组装成软包电池，电芯的容量 2Ah。测试电压范围 3-4.25V，充放电电流为 0.5C。

表 1：不同负极组装电池的比能量对比

实验组别	电芯实际容量	电芯比能量（Wh/kg）
实施例 7	2.02Ah	512.3
实施例 8	1.98Ah	510.8
对比例 2	2.01Ah	413.5

5

从表 1 可以看出，实施例 7 和实施例 8 采用很窄铜箔做集流体，比能量能突破 500wh/kg，对比例 2 使用整面铜箔做集流体，因铜箔的密度很大，铜箔使用面积很大，所以比能量只有 413.5Wh/kg。

10 应当理解，以上所述仅为本发明的较佳实施例而已，并不用以限制本发明，凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等，均应包含在本发明的保护范围之内。

权 利 要 求

1、一种锂电池负极，其特征在于，所述锂电池负极由长条状的锂带或锂合金带和结合于所述长条状的锂带或锂合金带的至少一侧边缘上的集流汇集部组成，其中

所述锂带或锂合金带的至少一侧边缘具有预处理区域，所述集流汇集部包含具有应力缓冲层的区域，所述预处理区域和所述具有应力缓冲层的区域彼此覆合在一起，

其中，所述预处理为：对锂带要与极耳结合的区域进行预处理，形成厚度消薄的预处理区域，该预处理区域具有新的金属锂表面；

所述应力缓冲层为：应力缓冲层在极耳要与锂带结合的区域中，由凸起的不连续金属颗粒构成，这些凸起颗粒在极耳与锂带覆合时在外力作用下可以延展变形。

2、根据权利要求1所述的锂电池负极，其特征在于，所述集流汇集部还包括未与所述预处理区域覆合的、延伸超过锂带或锂合金带宽度的部分，该部分模切成极耳。

3、根据权利要求1所述的锂电池负极，其特征在于，所述锂带或锂合金带厚度为0.01-0.15mm，宽度为10-1500mm；所述预处理区域的宽度为2-10mm，预处理区域的厚度比其他处的厚度薄0.1-5 μ m，预处理方式包括擦除、辊除、胶粘。

4、根据权利要求1所述的锂电池负极，其特征在于，所述锂合金由金属锂与Ag、Au、Sn、Si、Zn、Al、Mg、In、Ga、B、Mn、Sb、Cr、V、Cu、Fe或Ti中的任意一种或至少两种元素组合形成。

5、根据权利要求1所述的锂电池负极，其特征在于，所述集流汇集部由金属箔材制成，所述金属箔材选自铜箔、镍箔、不锈钢箔或复合金属集流体；

所述集流汇集部的厚度为3-10 μ m；宽度为12-30mm；应力缓冲层的宽度为2-10mm。

6、根据权利要求1所述的锂电池负极，其特征在于，所述应力缓冲层中的不连续的凸起金属颗粒通过气相沉积形成，金属颗粒的粒径大小为1-7 μ m；金属颗粒的凸起高度为1-5 μ m；金属颗粒在应力缓冲层的面积占比为1：3至9：10。

7、根据权利要求6所述的锂电池负极，其特征在于，所述金属颗粒包括锡颗粒、锌颗粒、镁颗粒、铝颗粒、银颗粒以及锂颗粒中的至少一种。

8、根据权利要求1所述的锂电池负极，其特征在于，所述预处理区域和所述集流汇集部的具有应力缓冲层的区域借助扩散焊、超声焊、电阻焊、压力焊工艺中的至少一种覆合到一起；覆合区域的宽度范围为2-10mm。

9、一种制备如权利要求1至8中任一项所述的锂电池负极的方法，包括：

5 步骤一：通过气相沉积工艺，在金属箔材上沉积不连续的凸起金属颗粒，得到部分区域覆有应力缓冲层的集流汇集部；

步骤二：通过擦除、辊除、胶粘中的至少一种，对锂带或锂合金带的至少一侧边缘区域进行预处理，形成宽度为2-10mm的预处理区域；

10 步骤三：将步骤一得到的集流汇集部的具有应力缓冲层的区域和步骤二得到的锂带或锂合金带的预处理区域借助扩散焊、超声焊、电阻焊、压力焊中的至少一种焊接到一起，使应力缓冲层的金属颗粒和锂带或锂合金带中的锂融合在一起，形成锂和金属颗粒的融合区；和

任选的步骤四：对所述集流汇集部的未与所述预处理区域覆合的、延伸超过锂带或锂合金带宽度的部分进行模切，形成极耳。

15 10、一种锂电池，其特征在于，所述锂电池包含如权利要求1-8中任一项所述的锂电池负极，正极材料选自三元镍钴锰材料，三元镍钴铝材料，富锂锰基正极材料，磷酸铁锂，钴酸锂和硫正极材料。

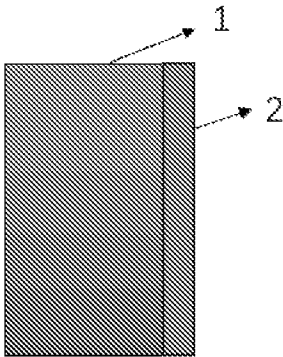


图 1

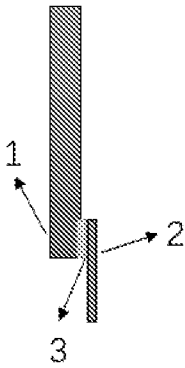


图 2

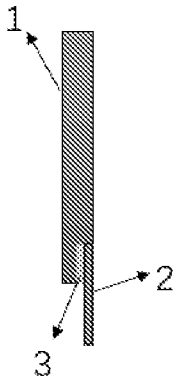


图 3

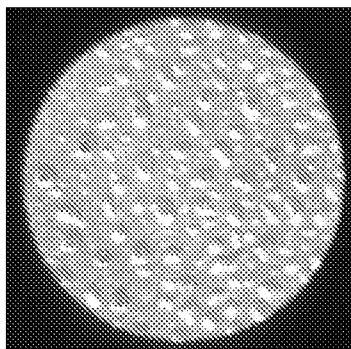


图 4

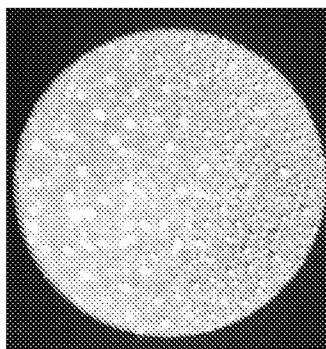


图 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2023/133641

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01M4/134(2010.01)i; H01M4/66(2006.01)i; H01M50/533(2021.01)i; H01M50/534(2021.01)i; H01M4/139
5(2010.01)i; H01M50/536(2021.01)i; H01M10/058(2010.01)i; H01M10/052(2010.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC: H01M4/-; H01M50/-; H01M10/-

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNXTX, VCN, ENTXTC, CNKI, ISI, Web of Science: 锂电池, 负极, 长条, 锂带, 锂合金带, 集流汇集部, 预处理, 缓冲层, 极耳, 凸起, 不连续, 金属颗粒, 延展, 变形, lithium battery, cathode, negative electrode, strip, lithium strip, lithium belt, lithium alloy strip, lithium alloy belt, current collector, pre-treatment, pre-processing, buffer layer, tab, bump, discontinuity, metal particle, extension, deformation

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 116759537 A (CHINA ENERGY LITHIUM CO., LTD.) 15 September 2023 (2023-09-15) claims 1-10, and description, paragraph [0005]	1-10
A	CN 116565137 A (CHINA ENERGY LITHIUM CO., LTD.) 08 August 2023 (2023-08-08) entire document	1-10
A	CN 110875476 A (CHINA ENERGY LITHIUM CO., LTD.) 10 March 2020 (2020-03-10) entire document	1-10
A	CN 115084451 A (GUIZHOU JINGHUI TECHNOLOGY CO., LTD.) 20 September 2022 (2022-09-20) entire document	1-10
A	KR 20020088418 A (KOREA INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 27 November 2002 (2002-11-27) entire document	1-10



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 “D” document cited by the applicant in the international application
 “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date
 “L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 “O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 “P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

01 April 2024

Date of mailing of the international search report

07 April 2024

Name and mailing address of the ISA/CN

**China National Intellectual Property Administration (ISA/
CN)
China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District,
Beijing 100088**

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2023/133641**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2010330430 A1 (LG CHEMICAL LTD.) 30 December 2010 (2010-12-30) entire document	1-10
A	US 2015288029 A1 (EVE ENERGY CO., LTD.) 08 October 2015 (2015-10-08) entire document	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2023/133641

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	116759537	A	15 September 2023	None			
CN	116565137	A	08 August 2023	None			
CN	110875476	A	10 March 2020	None			
CN	115084451	A	20 September 2022	None			
KR	20020088418	A	27 November 2002	KR	100447793	B1	08 September 2004
US	2010330430	A1	30 December 2010	US	2012070742	A1	22 March 2012
				US	8497040	B2	30 July 2013
				WO	2010137862	A2	02 December 2010
				WO	2010137862	A3	31 March 2011
				JP	2012528450	A	12 November 2012
				JP	5509475	B2	04 June 2014
				TW	201106521	A	16 February 2011
				TWI	425703	B	01 February 2014
				EP	2437331	A2	04 April 2012
				EP	2437331	A4	27 November 2013
				EP	2437331	B1	12 October 2016
				KR	20100127730	A	06 December 2010
				KR	101156608	B1	15 June 2012
US	2015288029	A1	08 October 2015	WO	2015096272	A1	02 July 2015
				US	9742031	B2	22 August 2017

A. 主题的分类

H01M4/134(2010.01)i; H01M4/66(2006.01)i; H01M50/533(2021.01)i; H01M50/534(2021.01)i; H01M4/1395(2010.01)i; H01M50/536(2021.01)i; H01M10/058(2010.01)i; H01M10/052(2010.01)i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

IPC: H01M4/-; H01M50/-; H01M10/-

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))

CNTEXT, VCN, ENTXTC, CNKI, ISI_Web of Science; 锂电池, 负极, 长条, 锂带, 锂合金带, 集流汇集部, 预处理, 缓冲层, 极耳, 凸起, 不连续, 金属颗粒, 延展, 变形, lithium battery, cathode, negative electrode, strip, lithium strip, lithium belt, lithium alloy strip, lithium alloy belt, current collector, pre-treatment, pre-processing, buffer layer, tab, bump, discontinuity, metal particle, extension, deformation

C. 相关文件

类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
PX	CN 116759537 A (天津中能锂业有限公司) 2023年9月15日 (2023 - 09 - 15) 权利要求1-10; 说明书第[0005]段	1-10
A	CN 116565137 A (天津中能锂业有限公司) 2023年8月8日 (2023 - 08 - 08) 全文	1-10
A	CN 110875476 A (天津中能锂业有限公司) 2020年3月10日 (2020 - 03 - 10) 全文	1-10
A	CN 115084451 A (贵州旌麾科技有限公司) 2022年9月20日 (2022 - 09 - 20) 全文	1-10
A	KR 20020088418 A (KOREA INST. SCI. & TECH.) 2002年11月27日 (2002 - 11 - 27) 全文	1-10
A	US 2010330430 A1 (LG CHEMICAL LTD.) 2010年12月30日 (2010 - 12 - 30) 全文	1-10

☒ 其余文件在C栏的续页中列出。

☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“D” 申请人在国际申请中引证的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2024年4月1日

国际检索报告邮寄日期

2024年4月7日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中国国家知识产权局
中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

授权官员

孙兴春

电话号码 (+86) 010-53962293

PCT/ISA/210 表(第2页) (2022年7月)

C. 相关文件		
类 型*	引用文件，必要时，指明相关段落	相关的权利要求
A	US 2015288029 A1 (EVE ENERGY CO., LTD.) 2015年10月8日 (2015 - 10 - 08) 全文	1-10

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2023/133641

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
CN	116759537	A	2023年9月15日	无	
CN	116565137	A	2023年8月8日	无	
CN	110875476	A	2020年3月10日	无	
CN	115084451	A	2022年9月20日	无	
KR	20020088418	A	2002年11月27日	KR	100447793 B1 2004年9月8日
US	2010330430	A1	2010年12月30日	US	2012070742 A1 2012年3月22日
				US	8497040 B2 2013年7月30日
				WO	2010137862 A2 2010年12月2日
				WO	2010137862 A3 2011年3月31日
				JP	2012528450 A 2012年11月12日
				JP	5509475 B2 2014年6月4日
				TW	201106521 A 2011年2月16日
				TWI	425703 B 2014年2月1日
				EP	2437331 A2 2012年4月4日
				EP	2437331 A4 2013年11月27日
				EP	2437331 B1 2016年10月12日
				KR	20100127730 A 2010年12月6日
				KR	101156608 B1 2012年6月15日
US	2015288029	A1	2015年10月8日	WO	2015096272 A1 2015年7月2日
				US	9742031 B2 2017年8月22日